Über das Wachsen abgeschnittener Haare.

Von **Professor Dr. Engel.**

(Mit 2 Tafeln.)

Bei der Untersuchung starker Barthaare, die ich im vergangenen Sommer vornahm, stiess ich auf knotenartige Anschwellungen an denselben, welche ich anfangs für einen pathologischen Process hielt. Bald überzeugte ich mich indessen, dass diese Anschwellungen nur von dem Abschneiden oder zufälligen Abbrechen der Haare abhingen, und wenn man auch nicht behaupten darf, dass die Anschwellung nach jeder Durchschneidung der Haare vorkomme, so hört sie doch auf pathologisch zu heissen. Die einmal begonnene Untersuchung über die Bildung dieser knotenartigen Anschwellungen führte mich nun aber zur Erforschung der Art des Wachsens abgeschnittener Haare überhaupt, und die Resultate der Untersuchung lege ich in den nachfolgenden Zeilen nieder.

Untersucht man ein abgeschnittenes Haar, am besten ein nicht zu dickes Haar, etwa von der Hand, wenige Tage (3—8 Tage) nach der Durchschneidung an dem Ende des zurückgebliebenen Stumpfes, so erscheint die Schnittfläche nicht mehr scharfkantig und unregelmässig wie bei frisch abgeschnittenen Haaren, sondern die Kanten der Schnittfläche erscheinen anfangs abgerundet, später die ganze Schnittfläche (vorausgesetzt dass sie senkrecht oder nahe senkrecht gegen die Axe des Haares gerichtet war) kuppenartig hervorgewölbt. Ich habe dieses Aussehen in den Figuren 1 und 2 der beigegebenen Tafel darzustellen versucht, wo man bei *a b* das veränderte abgeschnittene Ende findet. War nun das Haar nahe der Spitze geschnitten oder überhaupt nicht dick, so ist diese Abrundung ganz regelmässig; im entgegengesetzten Falle aber minder regelmässig, wie noch später ausführlicher auseinandergesetzt werden soll. Untersucht man das kuppenartig abgerundete Ende genauer, und zwar mittelst der grösstmöglichsten Vergrösserung, so bemerkt man weder an der Oberfläche noch in der Tiefe irgend eine Zeichnung, welche analog wäre der

normalen Quer- oder Längenstreifung am ausgewachsenen Haare; im Gegentheile, ist das Haar ein blondes gewesen, so ist das kuppenförmig hervorgetriebene Haarende oft vollkommen farblos und durchsichtig, und weder durch Zusatz von kaustischen oder kohlensauren Alkalien noch durch Mineralsäuren ist man im Stande irgend eine Structur an dieser Stelle nachzuweisen. War das Haar ein dunkelgefärbtes, so ist auch das kuppenartige Ende verschieden braun gefärbt, und man ist selbst im Stande einzelne Pigmentkörnchen (nicht aber Pigmentzellen) daselbst nachzuweisen. Man sieht ferner ganz deutlich, dass die an der Oberfläche des Haarschaftes vorhandene normale Querstreifung in einer Entfernung von dem kuppenförmigen Ende schon aufhört (Fig. 2), und dass diese Entfernung um so grösser ist, je mehr Zeit seit dem Abschneiden der Haare verstrichen ist. Das Stück *abc* Fig. 2 erscheint daher wie eine aus der Durchschnittsstelle hervorgetriebene Knospe. Die Länge, welche diese Knospe erreicht, ist, wie ich bemerkte, der Zeit seit der Durchschneidung des Haares proportional, so dass das Stück *abc* Fig. 2 an einem vor wenig Tagen abgeschnittenen Haare kaum über die Linie *ab* hinausragt, dagegen nach 8 Tagen oft schon eine Länge von 0·0006″, nach 4 Wochen eine Länge von 0·002″ erreicht. Bis zu einer Länge, welche zwischen 0·0004″ und 0·008″ schwankt, bleibt dieses hervorgesprossene neue Ende vollkommen unverändert. Später aber beginnt eine interessante Veränderung, welche sich an dem Haare fort und fort so lange wiederholt als das Wachsen des Haares dauert; die Knospe *abcd* (Fig. 3) theilt sich nämlich deutlich in eine dünnere periphere Schichte, während die dickere centrale Schichte über die Theilungsstelle *cd* (Fig. 3) wieder in Gestalt einer Kuppe sich erhebt, die dann allmählich über die ursprüngliche Theilungsstelle *cd* (Fig. 4) herauswächst. Hat die neue Knospe *cde* eine entsprechende Länge erreicht, so wiederholt sich der Process der Theilung in eine centrale und eine peripherische Schicht, so dass sich das Ende des Haares allmählich wie das Auszugsrohr eines Fernrohres verhält, mit dem einzigen Unterschiede, dass jedes ausgezogene Röhrenstück durch die ganze Röhre hindurch sich fortsetzt. Jede neu hervorkeimende Haarknospe ist farblos, durchsichtig (bei ganz blonden Haaren), ohne sichtbare Textur; an den älteren Knospen dagegen ist bereits wieder eine Veränderung aufgetreten. Der Hohlcylinder *abcd* der 5. Figur, welcher der erstgebildete ist, hat sich

abermal in zwei concentrisch verlaufende Röhren gespalten, von denen die eine *a b a′ b′* von der andern *a′ b′ c d* ganz in derselben Weise überragt wird. Dieser Process wiederholt sich in immer kleineren Zwischenräumen, und so entsteht an der Oberfläche des Haares eine Reihe von Querlinien (Fig. 6), die immer näher und näher rücken, je mehr das Haar in seiner Entwickelung fortschreitet. Die Röhrenschichten, in welche sich jedes Haar nach und nach spaltet, erscheinen auch verhältnissmässig um so dicker, je jünger die neugebildete Knospe ist, daher dicker an dem Stücke *c d e f* der 5. Figur als an dem Stücke *a b a′ b′*; es bilden sich auf diese Art Wandschichten fast von unmessbarer Feinheit. So gewinnt es nun das Ansehen (Fig. 7), als befänden sich an der Oberfläche des Haares Schüppchen, welche dachziegelförmig über einander liegen, und in der That ist dieses der Fall; nur haben die so entstandenen Schüppchen noch nichts mit den Zellen der Epidermis was Form betrifft gemein, sondern stellen vielmehr ganz dünnhäutige in einander geschobene Cylinder dar, von denen immer der eine näher der Axe gelegene länger ist als der von der Axe entferntere. Indem aber diese verschiedenen Schichtentheilungen aus den verschiedensten Ebenen durch die durchsichtigen mehr centralen Theile hindurchschimmern, erscheint das Haar der Länge nach gestreift und es scheint daher als sei das Innere des Haares aus Fasern zusammengesetzt. Diese Faserung ist aber nur der optische Ausdruck für die Schichtenbildung. Die Form der Querstreifen ist eine verschiedene, und hängt einerseits ab von der Dicke des Haares, andererseits aber von dem Stadio der Entwickelung. Ist nämlich die Haarknospe ganz dünn und frisch gebildet, so ist die Linie *c d* Fig. 4 z. B. eine ganz gerade oder nur wenig gegen die Haarspitze hin concave; ist dagegen die Haarknospe dicker und vor längerer Zeit gebildet, so sind die an der Oberfläche querlaufenden Linien (wie *c d* Fig. 5 und 6) noch mehr gekrümmt und häufig um so mehr gekrümmt, je länger die hervorbrechenden Knospen sind. An noch dickeren und älteren Haaren werden diese krummen Linien sehr unregelmässig gezackt, und zwar dies um so mehr, je dünner die Schichten sind, deren Begrenzungslinien sie darstellen. Gewöhnlich haben wenigstens im Beginne die peripheren Schichten am wenigsten Farbe und erscheinen daher als ein heller Saum zu beiden Seiten der hervorbrechenden Knospe (Fig. 3).

Hat die Haarknospe durch diese fortgesetzte Theilung eine gewisse Feinheit erreicht, wie etwa die Terminalknospe der 7. Figur (bei einer 300maligen Vergrösserung), dann hört diese Schichtenspaltung auf und es beginnt nun ein neuer interessanter Vorgang, nämlich die Längenspaltung, die sich so lange fortsetzt als das Haar wächst und meistens in abwechselnder Reihe vor sich geht. Die Terminalknospe *mno* der 7. Figur verlängert sich nämlich und spaltet sich an dem Ende in zwei Knospen (Fig. 8), von denen die eine Knospe bald die andere überwächst und sich am Ende abermal spaltet (Fig. 9), wobei wieder die eine Knospe rasch die andere an Länge überflügelt, um sich abermal an ihrem Ende zu spalten (Fig. 10), und dieser Process wiederholt sich dann wie gesagt so lange, als überhaupt das Haar noch gegen die Spitze wachsen kann, so dass man an einem und demselben Haare wohl oft mehr als 20 — 30 solcher seitlichen Knospen unterscheiden kann (Fig. 11). Jede der neu hervortretenden Knospen ist farblos, bei blonden Haaren durchsichtig und ohne weitere Structur. Die Seitenknospen stehen abwechselnd. Indem nun je zwei in nahe gleicher Höhe neben einander liegenden Seitenknospen sich von der zwischen ihnen hervortretenden Knospe deutlicher abgrenzen, entstehen (Fig. 11) an der Oberfläche des Haares abermals Streifen, die aber von beiden Seiten gegen die Mitte unter einem Winkel zusammenlaufen, dessen Öffnung nach vorne gerichtet ist. Diese Linien stehen anfangs weit von einander und geben dem Haare ein regelmässig gegliedertes Aussehen. Indem die älteren Knospen (Fig. 11 *mnm'n'*) aber einer fortwährenden Theilung in periphere und centrale Schichten unterliegen, erscheint allmählich die ganze Oberfläche einer solchen Knospe mit schrägliegenden Streifen überdeckt, welche die Begrenzungsflächen von Haarschichten darstellen, die dachziegelförmig über einander liegen. Diese Linien werden nun gewöhnlich für Contouren von Epidermiszellen gehalten, welche als eine Rindenschichte den ganzen Haarschaft umgeben sollen. Solcher Epidermiszellen sind aber während des bisher geschilderten Vorganges noch keine nachzuweisen, weder durch eine einfach mechanische Behandlung, noch durch Zusatz von Säuren oder Alkalien.

Bald bemerkt man übrigens, dass in den Winkeln, in welchen die einzelnen Knospen zusammenstossen, nämlich in den Punkten *a b c* u. s. w. der 11. Figur kleine schuppenartige Massen sich

bilden, welche als Afterblättchen zwischen je zwei Knospen abgelagert sind, wodurch der Parallelismus der an der Oberfläche des Haares erscheinenden Querstreifung etwas gestört ist. Je mehr solche Afterblättchen sich bilden, desto mehr erscheint die äussere Fläche des Haares mit epidermisartigen rautenartigen Schüppchen bedeckt, denen übrigens nicht blos die Kerne, sondern die ganze Entwickelungsgeschichte der Epidermiszellen fehlt. In der 12. Figur ist diese Art der Schüppchenbildung mit einer Regelmässigkeit dargestellt, wie sie sich bei frisch nachgewachsenen Haaren nicht selten vorfindet.

Jede der neu angewachsenen Haarknospen hat eine längliche spindelartige Gestalt und ist mit ihrer Längenaxe gegen die Axe des Haarschaftes nur unter einem unmessbar kleinen Winkel geneigt oder derselben auch vollkommen parallel. Je zwei dieser neben einander liegenden Haarknospen sind um aliquote Theile ihrer Länge gegen einander verschoben, so dass ihre langen Axen nicht in der Verlängerung derselben Geraden liegen, sondern unter einem wenn auch sehr kleinen Winkel gegen einander geneigt sind. Keine dieser Knospen enthält übrigens etwas, was nur im Entferntesten an einen Zellenkern oder an eine Zelle erinnern könnte; jede an eine Art von Zellenentwickelung sich anlehnende Vorstellung ist durch diese Untersuchungen geradezu ausgeschlossen.

Nach den eben gegebenen Darstellungen besteht nun das neu gewachsene Haar aus concentrischen in einander geschobenen Schichten von fort und fort abnehmender Länge und Dicke. Von diesen Schichten umschlossen, nämlich in der Axe des Haares verlaufend, ist ein Strang, an welchem der Länge nach abwechselnd Knospenbildung stattfindet, welche als verborgene Knospen dort erscheinen, wo der Axenstrang von den concentrischen Schichten umgeben ist, als seitliche Knospen dagegen da erscheinen, wo der Axenstrang gegen die Spitze des Haares ganz frei und nackt sich entwickelt, wie dies oben in der 11. und 12. Figur dargestellt ist.

Die im Innern des Haarschaftes verborgenen Knospen des Axenstranges treten nun aber bei weiterer Ausbildung des Haares bald deutlicher hervor. Die Knospen des Axenstranges erscheinen im Innern des Haares als heller gefärbte durchsichtige Räume von spindelartiger Form (*ab* Fig. 13), die hinter und neben einander liegen und einander in der Regel um so näher gerückt sind, je mehr das Haar-

stück in seiner Entwickelung bereits vorgerückt ist. Diese Knospen, welche ganz was Form betrifft an die spindelartigen Zellen erinnern, sind denn doch weit entfernt Zellen zu sein; sie enthalten anfangs weder Kern noch Kernkörper, sind jedoch gewiss eben so wenig blos leere Räume, für welche sie auf den ersten Blick gehalten werden könnten, sondern jene solide Masse, aus welcher die Substanz des ganzen Haarschaftes besteht. Später findet man zuweilen in diesen inneren Haarknospen Pigment in Form kleiner Krümel, oder es beginnt ein Quertheilungsprocess, wodurch jede solche innere Haarknospe in zwei Abtheilungen, eine obere und eine untere Abtheilung (*c* Fig. 13) zerfällt. Diese Quertheilung erfolgt in derselben Knospe oft einige Male (*de* Fig. 13), und jede innere Haarknospe zerfällt dadurch in eine Menge immer kleiner werdender Abtheilungen. Indem ein oder die andere dieser Abtheilungen (*fg* Fig. 13) sich zum letzten Male in zwei über einander liegende Abtheilungen spaltet, erhält eine von diesen Abtheilungen (*m* Fig. 13) die Gestalt eines kugelartigen Raumes und damit eine täuschende Ähnlichkeit mit dem Kerne einer Zelle. An den weissen Haaren von Kaninchen ist diese Theilung viel deutlicher und weit regelmässiger. Die Knospen der Haaraxensubstanz liegen nämlich dicht an einander gedrängt und sind je nach der Dicke des Haares entweder einzeilig (Fig. 14) oder zweizeilig (Fig. 15). Auch hier sind sie bei den jüngst entstandenen Knospen durchsichtig und ohne Structur im Innern, nur sind die einzelnen Knospen durch Scheidewände von einander geschieden. Hierauf folgt im Innern der Knospen eine regelmässige Quertheilung, welche sich in jeder Knospe mehrere Male wiederholt, und die Axensubstanz des Haares nimmt nun durch successive Quertheilung die Gestalt und Streifung der 16. Figur an, in der man bei den vier über einander liegenden Knospen diese successiven Quertheilungen in der Richtung von unten nach oben immer zahlreicher werden sieht. Die dunklen Streifen, durch welche sich die Axensubstanz des Haares nun gliedert, entsprechen den Zwischenräumen zwischen den so entstandenen Abtheilungen der einzelnen Knospen. Bei diesem Theilungsprocesse bleibt es übrigens nicht stehen. Indem wieder jede der einzelnen Abtheilungen in zwei andere zerfällt, entsteht in jeder der Abtheilungen ein kleiner rundlicher Körper (*a* Fig. 17), welcher sich von der andern Substanz eines solchen Knospentheiles öfters durch seine weissliche Farbe und den Glanz abhebt, und nun

ganz die Form und Lageverhältnisse eines Zellenkernes darbietet. Zuweilen ist aber in diesen Abtheilungen der Haarknospen die Theilung keine durchgreifende, sondern nur eine unvollkommene (Fig. 18), und es haben dann die in der Haaraxe gelegenen Abtheilungen der Knospen die in der 18. Figur angegebene Gestalt. Die Zwischenräume der einzelnen Abtheilungen füllen sich bald, wie es in der 18. Figur angegeben ist, mit Luft, und die Substanz der Haaraxe erscheint dann bei durchgehendem Lichte regelmässig der Quere nach gestreift. In manchen Kaninchenhaaren erfolgt überhaupt eine solche Quertheilung gar nicht, sondern die Knospen der Haaraxe werden sehr bald zu lufterfüllten Räumen, die dicht hinter einander liegen und durch ihre Verschmelzung zuletzt einen einfachen cylindrischen Luftcanal darstellen.

An der Axensubstanz von Menschenhaaren ist selten eine so regelmässige Längen- und Quertheilung, sondern es wechseln Längen- und Quertheilungen unter einander und mit schiefen und unregelmässigen Theilungen ab. Auch sind die Segmente, in welche eine Haarknospe zerfällt, selten gleich gross, sondern grössere Theile wechseln mit kleineren Theilen in höchst unregelmässiger Weise ab, und das Innere der Haare erscheint daher oft unter der in der 19. Figur dargestellten oder einer andern beliebigen Form, indem krumme Flächen und Linien der verschiedensten Art — die ehemaligen Scheidewände zwischen den einzelnen Abtheilungen — sich durchkreuzen (Fig. 19). Später wird die Axe zu einem luftführenden Canale, in welchem entweder nach der Richtung der (in der Zeichnung dunkel gehaltenen) Scheidewand sich hinzieht, oder das Innere der einzelnen Abtheilungen erfüllt, wodurch die Figuren 19 und 20 entstehen, bis endlich nach Resorption der Scheidewände alle Abtheilungen zu einem einfachen cylindrischen Luftcanale verschmelzen.

Alle die genannten Vorgänge rücken allmählich von der Wurzel gegen die Haarspitze vor, greifen jedoch nicht in den Theil der vorgeschobenen Haarspitze ein, welcher, wie in der 11. und 12. Figur, noch in einer fortwährenden Knospenbildung begriffen ist.

Wenn man die Haare mit Schwefelsäure in Berührung bringt, dann tritt entweder von selbst eine Spaltung in die einzelnen Abtheilungen hervor oder dieselbe kann wenigstens mit grösster Leichtigkeit durch mechanische Mittel bewerkstelligt werden. Von der Ober-

fläche des Haares lösen sich zunächst und mit grösster Leichtigkeit die Achselblättchen (*c* Fig. 11) ab, und da diese mit zunehmendem Wachsthume des Haares immer zahlreicher werden, da sie eine unregelmässige rautenförmige Form zeigen, so gewinnt es nun den Anschein, als zerfalle die ganze Rindensubstanz des Haares in eine Masse von Epithelialplättchen. Die longitudinalen Knospen der Haaraxen fallen theilweise ab oder können leicht abgelöst werden, und es gelingt die Haarsubstanz nach der Längenrichtung in Abtheilungen zu spalten und zu zerfasern, welche zwar Kunstproduct sind, aber gewöhnlich als Haarfasern gelten. Solche Haarfasern sieht man in der 20. Figur abgebildet. Jede Haarfaser erscheint von Stelle zu Stelle angeschwollen und trägt zu beiden Seiten Spuren der ebenerwähnten Knospenbildung an sich. Diese Aneinanderreihung schmälerer und breiterer Theile gibt der Haarfaser das Aussehen, als wäre sie aus Zellen entstanden, welche von spindelartiger Form, in Reihen hinter einander gelagert, mit den hinter einander gelagerten Enden sich berührten. So entstand wohl hauptsächlich die Ansicht, dass das Haar dadurch wachse, dass die bereits gebildeten Zellen durch neue in der Haarwurzel entstandene Zellen allmählich mehr in der Richtung gegen die Haarspitze vorgedrängt würden und dabei die runde Form allmählich in eine mehr spindelförmige Gestalt verändern. Meine eben gegebene Darstellung des ganzen Wachsthumsvorganges weist jedoch zur Genüge nach, dass die Zellen bei der Verlängerung abgeschnittener Haare gar keine Rolle spielen, dass nicht der Haarschaft durch neue an der Haarwurzel entstandene Zellen nach vorne geschoben werde, sondern dass aus der Schnittfläche des Haares Haarsubstanz unmittelbar hervorwachse und an den alten Haarstumpf anwachse, welcher letztere daher nicht gegen die Spitze des Haares sich verlängert und auch nie zur Spitze des Haares wird, was übrigens aus einer einfachen Vergleichung der Spitze eines längst abgeschnittenen Haares mit dem Schnittende eines frisch abgeschnittenen Haares ohnehin leicht ersichtlich gewesen wäre; wir lernen in dem Anwachsen des abgeschnittenen Haares einen eigenthümlichen Regenerations-Vorgang kennen, der gewiss nicht in der Natur allein steht, sondern im thierischen Organismus unstreitig eine Menge von Analogien haben wird.

Ich habe bei der ganzen Erörterung den einfachsten Fall vorausgeschickt, jenen nämlich, dass ein dünnes Haar an einer Stelle

abgeschnitten wurde, an der es weder eine beträchtliche Dicke noch einen deutlichen Markcanal, d. h. einen mit Luft gefüllten bald einfach cylindrischen, bald in Fächer getheilten Raum besitzt. Im Folgenden werde ich nun den Wachsthumsprocess in den beiden letztgenannten Fällen verfolgen.

Hat ein Haar an der durchgeschnittenen Stelle eine verhältnissmässig bedeutende Dicke, so erhebt sich nicht die ganze Durchschnittsstelle gleichmässig zu einer einzigen kuppenförmigen Haarknospe, sondern je nach der Dicke des Haares erheben sich 2—3 bis 4 solcher Haarknospen (*a b c* Fig. 22), welche aber bei weiterer Verlängerung der Haarknospe immer mehr durch Ausfüllung der sie trennenden Zwischenräume sich verbinden und verschmelzen (Fig. 23, 24), bis endlich die Verschmelzung so weit gediehen ist, dass nun eine einzige Haarknospe aus dem Haare hervorgesprossen zu sein scheint, worauf der weitere Vorgang des Wachsens ganz in derselben Weise vor sich geht, wie bereits im Vorhergehenden auseinandergesetzt wurde.

War das Haar sehr schief abgeschnitten worden, so tritt der sehr befremdende Umstand nicht selten ein, dass der längere Theil des Stumpfes knospenartig hervortreibt (Fig. 26, 27), der kürzere dagegen gar nicht weiter sich verlängert, sondern nur einfach abrundet, so dass das neu anwachsende Haar nun eine schiefe Richtung annimmt und bei bedeutenderer Verlängerung sich kräuselt. Die Abtheilung in Schichten und Knospen ist nun an dieser Haarknospe etwas verschieden von der eben auseinandergesetzten Sprossung. Die die einzelnen Schichten an der convexen Seite der Haarknospe trennenden Furchen nehmen nämlich eine fast senkrechte Richtung, an der concaven Seite dagegen eine fast quere Richtung an, und so entsteht an dem Haare eine ganz eigenthümliche Streifung (Fig. 27), welche erst an dem Theile verschwindet, an welchem das Haar eine gewisse Feinheit erreicht hat, um einer einfachen transversalen Streifung wie in den früher erwähnten Fällen Platz zu machen.

Wenn ein Haar beim Abschneiden zum Theile gespalten wird, so dass das Schnittende die in der 28. Figur angegebene Gestalt annimmt, dann erfolgt die Knospenbildung an dem längeren Arme des Stumpfendes und zwar ganz in der früher angegebenen Art, anfangs durch concentrische, später durch longitudinale Theilung

und Knospenbildung, wie dies an dem Stücke *ab* der 29. Figur deutlich und naturgetreu dargestellt ist.

Wenn ein Haar an der Schnittfläche sich auffasert, so haben noch die einzelnen Fasern das Vermögen, sich durch Knospenbildung zu verlängern. Das Schnittende eines solchen aufgefaserten Haares ist in der 30. Figur dargestellt, in der man bei *a* und *b* zwei hervorragende Haarfasern mit seitlich anliegenden Knospen bemerkt. Übrigens erreichen solche Haarknospen nie eine beträchtliche Länge.

Bisher wurde mit keinem Worte des Verhaltens des Luftcanales gedacht, wenn ein solcher durch den Schnitt etwa getroffen wurde, was bei stärkeren Haaren gewöhnlich der Fall ist. Und gerade dieses Verhalten des Luftcanales bildete den ganzen Ausgang der Untersuchung; durch dasselbe wurde ich zuerst auf die Beobachtungen über die theilweise Regeneration abgeschnittener Haare hingewiesen.

Das Verhalten des Luftcanales ist aber verschieden, je nachdem ein dünneres oder ein dickeres Haar durchgeschnitten wurde.

Im ersteren Falle erscheint wenige Tage nach der Durchschneidung der Haarcanal luftleer (Fig. 31) bis in einige Entfernung vom Schnittende. Ob in dem luftleeren Theile eine flüssige Substanz enthalten ist, oder ob blos das Menstruum, in welchem ich das Haar untersuchte, eingetreten war, konnte ich nicht ermitteln. Wächst nun aber die Haarknospe aus dem Schnittende hervor, dann sieht man ganz deutlich, dass der Luftcanal an der Basis der Knospe sein scharf abgegrenztes Ende erreicht und dass die Luft selbst bis in einige Entfernung von diesem Ende nicht mehr vorgetrieben werden kann, dass mithin das Ende des Luftcanales von irgend einer consistenteren Substanz vollgefüllt sein muss. So bleibt demnach der Luftcanal einfach geschlossen (Fig. 32), und erst dann, wenn die Haarknospe eine gewisse Länge und Breite erreicht hat, bilden sich in dem neu hervorgewachsenen Stück neue Luftzellen, welche allmählich zu einem Luftcanale zusammenfliessen, der sich dann wieder mit dem Luftcanale des nicht abgeschnittenen Haarendes vereinigt.

Ist nun aber ein breiterer Luftcanal durchgeschnitten, so kann kein Zweifel mehr darüber sein, dass in das Ende des Markcanales eine Substanz transsudirt, welche ziemlich zähe zu sein scheint. Diese Substanz drängt sich aus dem Markcanale des Schnittendes knopfartig hervor und schiebt die Wände des Schnittendes etwas von einander, so dass

nun das ganze Schnittende die in der 33. Figur angegebene Gestalt annimmt. An dickeren Haaren entdeckt man schon mit freiem Auge die knopfartigen Anschwellungen des durchgeschnittenen Haarendes.

Die aus dem Schnittende hervorquellende Haarsubstanz unterliegt einer spätern Längen- und Quertheilung, aber in höchst unregelmässiger Weise und es gewinnt nun den Anschein, als wenn jene Narbensubstanz aus lauter Zellen zusammengesetzt wäre. Aber in jenen vermeintlichen Zellen ist keinerlei Kern vorhanden, und nach dem, was bisher über die Bildung der Haarknospen gesagt wurde, wird man es begreiflich finden, dass von einer Zellenbildung nicht die Rede sein kann. Während aber in dem Luftcanale diese Veränderung vor sich gegangen ist, haben die diesen Canal umgebenden Schichten der Haarsubstanz noch keine wesentliche Veränderung erlitten. Die peripheren Schichten der Haarsubstanz erheben sich allmählich in der früher angegebenen Weise über die Schnittfläche (*ab* Fig. 35) und umgeben als eine in mehrere Hügel auslaufende Schichte die aus dem Luftcanal hervortretende Haarknospe *c*. Indem aber das Wachsen der äussern Haarschicht immer mehr Fortschritte macht, die aus dem Luftcanale hervorbrechende Knospe aber ganz stationär bleibt (was deren Grösse betrifft), wird die Mittelknospe *c* allmählich von der fortwährend sich verlängernden Wandschicht überwachsen und bleibt nun im Innern des Haares eingeschlossen (Fig. 36). An der Stelle, wo die Centralknospe liegt, zeigt das Haar noch nach langer Zeit eine Anschwellung, welche erst allmählich sich verliert.

Die Centralknospe ist anfangs auch deutlich und scharf von der über sie hingewölbten und allmählich sich zuspitzenden, aus der peripheren Schichte sich entwickelnden Haarknospe abgegrenzt (Fig. 37), ja sie lässt sich, wenn man die Wandschichten an der Stelle *ab* Fig. 27 z. B. spaltet, leicht und unversehrt herauspräpariren. Dies ändert sich aber später. Die Centralknospe wird zu einem lufterfüllten Raume (Fig. 38), welcher zwar anfangs noch von dem neuangewachsenen Haarstücke deutlich getrennt ist, später aber (Fig. 39), wenn sich in dem neuangewachsenen Stücke ein Markcanal entwickelt, mit diesem letzteren zusammenschmilzt und in denselben übergeht.

Wenn nun ein Haar jenseits des so gebildeten Narbenknopfes zu wiederholten Malen abgeschnitten wird, so kann sich auch diese

Centralknospenbildung an verschiedenen Stellen des Haares wiederholen und so kommen an ein und demselben Haare zuweilen drei und noch mehrere knotige Anschwellungen vor, welche die Stellen anzeigen, an denen das Haar abgeschnitten wurde.

Fürs freie Auge erscheinen diese Knoten entweder weiss oder auch dunkelbraun, fast schwarz; das letztere gewöhnlich in dem Falle, in welchem in der Centralknospe Luft angesammelt ist; das erstere aber dann, wenn sich noch kein Luftcanal gebildet hat. Dass das Abschneiden der Haare diese Knospenbildung gründlich hebt, wenigstens für den Augenblick, bedarf keiner besonderen Erwähnung; ob sie aber an dem nachwachsenden Haare nicht wiederkehrt, ist eine ganz andere Frage. Die Wiederkehr ist höchst wahrscheinlich, weil denn doch nur ein physiologischer Process vorhanden ist.

Ich habe im Bisherigen den ganzen Gang des Anwachsens abgeschnittener Haare erörtert, ohne durch die nicht selten vorkommenden kleineren Variationen, welche jeder derartige Bildungsprocess darzubieten pflegt, die übersichtliche Darstellung zu stören. Ich will nun noch einige Nebenumstände hier hervorheben.

Die Stelle, wo das Haar abgeschnitten wurde, bleibt zuweilen dünner als die nächst anliegenden Stellen des Haarschaftes. Die aus der Schnittfläche hervorbrechende Haarknospe (Fig. 41) ist nämlich gleich im Beginne dünner als der abgeschnittene Haarschaft; bei fortschreitendem Wachsthume wird sie wieder etwas breiter, um erst allmählich sich zu verjüngen, und so entsteht die Figur 42, in der man bei *ab* die Stelle des Schnittes wahrnimmt, über welcher sich eine schlanke zugespitzte Haarknospe entwickelt. Sehr zierlich ist die in der 43. Figur nach der Natur gezeichnete Haarnarbe, deren symmetrische Anordnung in der That nichts zu wünschen übrig lässt. An zarteren Haaren nimmt die Haarnarbe zuweilen die in der 44. Figur angegebene Gestalt an.

Zuweilen hat die aus einer Schnittstelle hervordringende Haarknospe die in der 45. Figur wieder gegebene Gestalt. Die Haarknospe spaltet sich hier in zwei lange und zugespitzte Haarblätter, aus denen wieder eine lange, ungetheilte, zugespitzt endende Terminalknospe hervorbricht.

Bei schief durchgeschnittenen Haaren bleibt der centrale Luftcanal in manchen Fällen an der Durchschnittsstelle geöffnet, wodurch sich die Figur 46 entwickelt.

In anderen Fällen wächst die Haarknospe an der einen Seite stärker nach der Breite als an der entgegengesetzten Seite. Bei der schichtenweisen Spaltung der Haarsubstanz liegen dann die Enden der Haarschichten auf der einen Seite treppenartig über einander und so entsteht die in der 47. Figur dargestellte Gestalt einer Haarknospe.

Zuweilen scheint die Haarknospe eine von der Haaraxe ganz abweichende Richtung zu nehmen. In den Figuren 45 und 47 ist dieses bereits angedeutet; in einem anderen Präparate fand ich die Richtung des neuangewachsenen Haares so, dass sie mit der ursprünglichen Haaraxe einen stumpfen Winkel bildete (Fig. 48).

Die Haarknospe ist nicht immer ein walzenförmiger oder konischer Körper mit einer kreisrunden Basalfläche, sondern der Querschnitt erscheint häufig einer excentrischen Ellipse sehr genähert. Da nun an verschiedenen Stellen die langen und kurzen Axen dieser elliptischen Querschnitte nicht in dieselbe Richtung fallen, so zeigt das Haar, wenn man es von einer Seite betrachtet, schmälere und breitere Stellen; betrachtet man es nach der Richtung des zweiten Querdurchmessers, so zeigt es abermals dünnere und dickere Stellen, nur entsprechen die Anschwellungen in dieser Ansicht den dünneren Stellen nach der andern Richtung, wie dies in den beiden zusammengehörigen Ansichten desselben Haares der 49. Figur zu sehen ist. Bei gekräuselten Haaren ist das Haar nach der Richtung des kürzeren Durchmessers gekrümmt, so dass daher, da diese Stellen abwechseln, auch die Krümmungen fortwährend in dieselbe Ebene fallen.

Oft beschränkt sich die Schichtenspaltung nur auf wenige weit von einander abstehende Schichten; es entwickeln sich dann an der Oberfläche des Haares nur wenig Streifen; die 50. Figur zeigt ein solches der Natur entnommenes Präparat.

Bei menschlichen Haaren erfolgt in der Axensubstanz des Haares wohl nicht häufig eine regelmässige Spaltung; doch habe ich auch Fälle beobachtet, in denen die Regelmässigkeit in der Spaltung der Axengebilde nichts zu wünschen übrig lässt. Solche regelmässige Theilungen habe ich in der 51. Figur nach der Natur gezeichnet. Die Zeichnung bedarf keiner weiteren Erklärung.

In anderen Fällen stossen die Knospen der Axensubstanz regelmässig mit ihren einander zugekehrten Enden an einander und bilden dadurch einen regelmässig gegliederten Axenstrang (Fig.52). Jedes

dieser Glieder zeigt wieder eine regelmässig transversale Schichtenspaltung.

Oft stehen die Lufträume, welche in der Haaraxe sich entwickeln, in mehreren Reihen hinter einander, und durch deren Zusammenstossen entstehen zuletzt zwei oder mehrere parallel mit einander verlaufende cylindrische Luftcanäle (Fig. 53).

Zuweilen jedoch bilden diese Lufträume ein oder auch zwei neben einander verlaufende Spiralen (Fig. 54). Wer die Stellung der Haarknospen in der 12. Figur überblickt und diese Knospen in Lufträume sich umgewandelt denkt, wird den Grund der spiraligen Anordnung der Lufträume ohne Schwierigkeit sich angeben können.

Ich habe auch den numerischen Verhältnissen einige Aufmerksamkeit geschenkt und die Länge der Haarknospen in verschiedenen Zeiträumen gemessen. Es zeigt sich dabei, dass das Haar im Durchschnitte täglich vom Stumpfende um 0·0005 — 0·0006 P. Z. wachse, wobei übrigens nicht behauptet werden soll, dass das Wachsen des Haares ein ganz gleichmässiges sei; im Gegentheile, in der ersten Zeit nach der Durchschneidung scheint die Verlängerung nur langsam, später aber mit grösserer Schnelligkeit zu erfolgen. Die Verlängerung des ganzen Haares müsste nach diesem, wenn sie blos von der Spitze aus erfolgte, in zwei Monaten an den feineren Haaren des Handrückens ungefähr 0·036 P. L. betragen. Aber durch andere Messungen fand ich, dass das Haar in diesem Zustande ungefähr 0·12 — 0·15 P. L. überhaupt gewachsen war, woraus denn folgt, dass das abgeschnittene Haar nur zum vierten Theile ungefähr von dem Schnittende, zu drei Vierteltheilen dagegen von der Haarpapille aus sich vergrössert; die Art wie die Verlängerung von Seite der Papille erfolgt, konnte übrigens vorläufig nicht genauer untersucht werden.

Durch Messungen der Längen einzelner Haarknospen fand ich, dass die Knospen eine Länge von 0·008—0·0100 P. Z. erreichen können, bevor sie sich spalten, dann aber spaltet sich eine solche Knospe regelmässig in der Mitte ihrer Länge in zwei Schichten, so dass jede Knospe in zwei hinter einander liegende Abtheilungen zerfällt. Jede dieser Abtheilungen spaltet sich wieder transversal in zwei ziemlich gleich lange Abbildungen und so fort, so dass zuweilen die Knospen gegen die Haarspitzen regelmässig immer um das Doppelte länger werden und die Terminalknospe die längste ist.

Oft dagegen sind die hinter einander liegenden Haarglieder ziemlich gleich lang, nur die Terminalknospe hat die doppelte Länge der unmittelbar vorausgehenden Knospe.

Übrigens scheinen in diesen numerischen Verhältnissen manche Verschiedenheiten vorzukommen, die von dem Sitze, der Länge und Dicke des Haares und tausenderlei Nebenumständen bedingt werden.

Schliesslich erlaube ich mir noch die Aufmerksamkeit auf die Querstreifung der Muskel zu lenken, welche eine grosse Ähnlichkeit mit jener der Haare, was Entstehung betrifft, zu haben scheint. Ich behalte mir vor, in einer späteren Arbeit diesen Gegenstand zu besprechen.